

Docket No.: 50395-230

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|---|---|------------------------|
| In re Application of | : | Customer Number: 20277 |
| Toshiaki OKUNO | : | Confirmation Number: |
| Serial No.: | : | Group Art Unit: |
| Filed: September 29, 2003 | : | Examiner: Unknown |
| For: | : | |
| OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM, OPTICAL MULTIPLEXER, AND OPTICAL DEMULTIPLEXER | | |

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

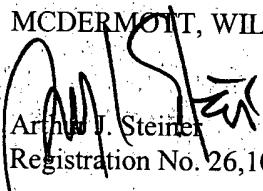
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-309852, filed October 24, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:tlb
Facsimile: (202) 756-8087
Date: September 29, 2003

50395-230

OKUNO

September 29, 2003

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE *McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-309852

[ST.10/C]:

[JP2002-309852]

出 願 人

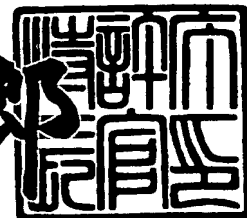
Applicant(s):

住友電気工業株式会社

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3026154

()

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0483

【提出日】 平成14年10月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 14/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

【氏名】 奥野 俊明

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送システム、光合波器および光分波器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多波長の信号光を光送信器より出力し、その出力した前記信号光を光ファイバ伝送路により伝送して、その伝送した前記信号光を光受信器により受信する光伝送システムであって、

前記光ファイバ伝送路の長さが 1 5 0 k m 以下であり、

前記光送信器と前記光受信器との間の信号光伝送経路上に設けられ前記信号光に損失を与える光部品を備え、

前記多波長のうちの何れかの 2 波長 λ_a 、 λ_b について、前記光ファイバ伝送路の全伝送損失が波長 λ_a より波長 λ_b で小さく、前記光部品の挿入損失が波長 λ_a より波長 λ_b で大きく、前記光ファイバ伝送路の 2 波長 λ_a 、 λ_b での全伝送損失の差より、前記光受信器に到達する 2 波長 λ_a 、 λ_b の信号光のパワーの差が小さい

ことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 前記光送信器と前記光受信器との間の信号光伝送経路上に、信号光を光増幅する光増幅器が設けられていないことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 3】 前記多波長のうちの何れかの波長が 1 5 2 0 n m 以下であり、他の何れかの波長が 1 5 7 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 4】 前記信号光の帯域幅が 2 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 5】 前記信号光の波長間隔が 1 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 6】 前記光ファイバ伝送路の波長 1. 3 8 μ m での伝送損失が 0. 4 d B / k m 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 7】 前記光受信器がアバランシェフォトダイオードを含むことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 8】 前記光受信器が P I N フォトダイオードを含むことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 9】 前記光部品が、前記信号光を合波する光合波器、または、前記信号光を分波する光分波器であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 10】 前記光部品が前記信号光に損失を与える可変減衰器であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 11】 前記可変減衰器が、前記信号光を合波する光合波器の後段に、または、前記信号光を分波する光分波器の前段に、設けられていることを特徴とする請求項 10 記載の光伝送システム。

【請求項 12】 前記可変減衰器の損失波長依存性が可変であることを特徴とする請求項 10 記載の光伝送システム。

【請求項 13】 多波長の信号光を合波する光合波器であって、合波する前記多波長それぞれの中心波長が長波長ほど、その中心波長での挿入損失が大きいことを特徴とする光合波器。

【請求項 14】 前記多波長それぞれの中心波長の間隔が 10 nm 以上であることを特徴とする請求項 13 記載の光合波器。

【請求項 15】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1530 nm 以下であり、他の何れかの中心波長が 1570 nm 以上であることを特徴とする請求項 13 記載の光合波器。

【請求項 16】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1410 nm 以下であり、他の何れかの中心波長が 1570 nm 以上であることを特徴とする請求項 13 記載の光合波器。

【請求項 17】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1310 nm 以下であり、他の何れかの中心波長が 1590 nm 以上であることを特徴とする請求項 13 記載の光合波器。

【請求項 18】 多波長の信号光を分波する光分波器であって、分波する前記多波長それぞれの中心波長が長波長ほど、その中心波長での挿入損失が大きいことを特徴とする光分波器。

【請求項 1 9】 前記多波長それぞれの中心波長の間隔が 1 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 8 記載の光分波器。

【請求項 2 0】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1 5 3 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 8 記載の光分波器。

【請求項 2 1】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1 4 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 8 記載の光分波器。

【請求項 2 2】 前記多波長のうちの何れかの中心波長が 1 3 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 9 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 8 記載の光分波器。

【請求項 2 3】 多波長の信号光を合波する光合波器であって、中心波長における挿入損失が、用いられているシステム中の伝送路の損失波長特性と逆特性になっていることを特徴とする光合波器。

【請求項 2 4】 多波長の信号光を分波する光分波器であって、中心波長における挿入損失が、用いられているシステム中の伝送路の損失波長特性と逆特性になっていることを特徴とする光分波器。

【請求項 2 5】 多波長の信号光を合波する光合波器であって、中心波長における挿入損失が、光合分波器以外の当該用いられているシステム全体の信号パワーの波長特性と略逆の傾向を示す波長特性になっていることを特徴とする光合波器。

【請求項 2 6】 多波長の信号光を分波する光分波器であって、中心波長における挿入損失が、光合分波器以外の当該用いられているシステム全体の信号パワーの波長特性と略逆の傾向を示す波長特性になっていることを特徴とする光分波器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多波長の信号光を伝送する光伝送システム、多波長の信号光を合波

する光合波器、および、多波長の信号光を分波する光分波器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 光伝送システムは、多波長の信号光を多重化して光ファイバ伝送路により伝送するものであり、大容量の情報を高速に送受信することができる。通信需要が旺盛な幹線系の光伝送システムでは、多波長の信号光の光周波数間隔を狭くすることで多重度を大きくして、これにより更なる大容量化を図ることが検討されている。このような多重度が大きいWDMは、DWDM (Dense WDM) と呼ばれる。

【0003】

一方、それほど通信需要が大きい光伝送システムでは、多波長の信号光の光周波数間隔を広くすることで多重度を小さくして、これによりシステムコストの低減が図られている (例えば特許文献1を参照)。このような多重度が小さいWDMは、CWDM (Coarse WDM) と呼ばれる。CWDM光伝送システムでは、信号光の波数の低減に伴って光部品 (例えば、信号光源、受光素子、等) の数を削減し、また、光周波数間隔が大きいことに因り波長精度要求値が低い安価な光部品 (例えば、光合波器、光分波器、等) を使用することで、システムコストの低減を図ることができる。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-156702号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、CWDM光伝送システムでは、光周波数間隔が大きいことから、多波長の信号光を含む信号光波長帯域の幅が広くなり、例えば、この帯域幅が100nm程度になる場合もある。帯域幅が100nm程度もあると、その信号光波長帯域内の短波長側と長波長側とでは、光ファイバ伝送路の伝送損失が大きく異なり、これに因り、光受信器に到達する信号光のパワーは波長により大きく異なる

【 0 0 0 6 】

ところで、多波長の信号光を光増幅する光増幅器が信号光伝送経路上に設けられていれば、その光増幅器内の利得等化器の作用により、光受信器に到達する信号光のパワーを波長によらず略一定とすることができる。しかし、CWDM光伝送システムは、システムコスト低減を図るために、高価な光増幅器を設けないことが要求されている。それ故、光増幅器を備えていないCWDM光伝送システムは、信号光波長帯域内の多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することが困難である。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ特にCWDM光伝送に好適な光伝送システム、ならびに、この光伝送システムにおいて好適に用いられる光合波器および光分波器を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光伝送システムは、多波長の信号光を光送信器より出力し、その出力した信号光を光ファイバ伝送路により伝送して、その伝送した信号光を光受信器により受信する光伝送システムであって、光ファイバ伝送路の長さが150 km以下であり、光送信器と光受信器との間の信号光伝送経路上に設けられ信号光に損失を与える光部品を備え、多波長のうちの何れかの2波長 λ_a 、 λ_b について、光ファイバ伝送路の全伝送損失が波長 λ_a より波長 λ_b で小さく、光部品の挿入損失が波長 λ_a より波長 λ_b で大きく、光ファイバ伝送路の2波長 λ_a 、 λ_b での全伝送損失の差より、光受信器に到達する2波長 λ_a 、 λ_b の信号光のパワーの差が小さいことを特徴とする。このように構成される光伝送システムは、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特にCWDM光伝送に好適なものとなる。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る光伝送システムは、光送信器と光受信器との間の信号光伝送経路

上に、信号光を光増幅する光増幅器が設けられていないのが好適である。多波長のうちの何れかの波長が 1520 nm 以下であり、他の何れかの波長が 1570 nm 以上であるのが好適である。信号光の帯域幅が 20 nm 以上であるのが好適である。信号光の波長間隔が 10 nm 以上であるのが好適である。伝送速度が 10 Gb/s 以下であるのが好適である。光ファイバ伝送路の波長 $1.38\text{ }\mu\text{m}$ の伝送損失が 0.4 dB/km 以下であるのが好適である。光受信器がアバランシェフォトダイオードまたは PIN フォトダイオードを含むのが好適である。

【0010】

本発明に係る光伝送システムは、光部品が信号光を合波する光合波器であるのが好適であり、光部品が信号光を分波する光分波器であるのが好適であり、光部品が信号光に損失を与える可変減衰器であるのが好適である。また、信号光を合波する光合波器の後段に可変減衰器が設けられているのが好適であり、信号光を分波する光分波器の前段に可変減衰器が設けられているのが好適であり、可変減衰器の損失波長依存性が可変であるのが好適である。

【0011】

本発明に係る光合波器は、多波長の信号光を合波する光合波器であって、合波する多波長それぞれの中心波長が長波長ほど、その中心波長での挿入損失が大きいことを特徴とする。また、本発明に係る光分波器は、多波長の信号光を分波する光分波器であって、分波する多波長それぞれの中心波長が長波長ほど、その中心波長での挿入損失が大きいことを特徴とする。このような光合波器または光分波器を用いることにより、信号光波長帯域が広くても信号光を高品質で伝送することができ、特に CWDM 光伝送に好適なものとなる。また、設計が容易で、製造性にも優れており、低コスト化可能、システム適用性が良い等の利点も有する。

【0012】

本発明に係る光合波器または光分波器は、多波長それぞれの中心波長の間隔が 10 nm 以上であるのが好適である。多波長のうちの何れかの中心波長が 1530 nm 以下であり、他の何れかの中心波長が 1570 nm 以上であるのが好適である。或いは、多波長のうちの何れかの中心波長が 1410 nm 以下であり、他

の何れかの中心波長が1570nm以上であるのが好適である。或いは、多波長のうちの何れかの中心波長が1310nm以下であり、他の何れかの中心波長が1590nm以上であるのが好適である。

【0013】

本発明に係る光合波器は、多波長の信号光を合波する光合波器であって、中心波長における挿入損失が、用いられているシステム中の伝送路の損失波長特性と逆特性になっていることを特徴とする。また、本発明に係る光分波器は、多波長の信号光を分波する光分波器であって、中心波長における挿入損失が、用いられているシステム中の伝送路の損失波長特性と逆特性になっていることを特徴とする。このような光合波器または光分波器を用いることで、伝送路の損失波長特性を補償する・平坦化する方向で光合波器または光分波器の損失波長特性を設計することにより、余計な部品を付加することなく、すなわち、システムのコストが増加することなく、短波長側のチャンネルのロスバジェットを改善し、システムの信頼性を向上することができる。

【0014】

本発明に係る光合波器は、多波長の信号光を合波する光合波器であって、中心波長における挿入損失が、光合分波器以外の当該用いられているシステム全体の信号パワーの波長特性と略逆の傾向を示す波長特性になっていることを特徴とする。また、本発明に係る光分波器は、多波長の信号光を分波する光分波器であって、中心波長における挿入損失が、光合分波器以外の当該用いられているシステム全体の信号パワーの波長特性と略逆の傾向を示す波長特性になっていることを特徴とする。このような光合波器または光分波器を用いることで、システム全体の損失波長特性を補償する・平坦化する方向で光合波器または光分波器の損失波長特性を設計することにより、余計な部品を付加することなく、すなわち、システムのコストが増加することなく、短波長側のチャンネルのロスバジェットを改善し、システムの信頼性を向上することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面

の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

先ず、本発明に係る光伝送システムの第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る光伝送システム1の構成図である。この図に示される光伝送システム1は、N個の光送信器 $11_1 \sim 11_N$ 、光合波器12、光ファイバ伝送路20、N個の光受信器 $31_1 \sim 31_N$ および光分波器32を備える（ただし、Nは2以上の整数）。光送信器 $11_1 \sim 11_N$ と光受信器 $31_1 \sim 31_N$ との間の信号光伝送経路上に、信号光を光増幅する光増幅器は設けられていない。

【0017】

各光送信器 11_n は波長 λ_n の信号光を出力する（ただし、nは1以上N以下の任意の整数）。光合波器12は、N個の光送信器 $11_1 \sim 11_N$ より出力されたN波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光を合波して、その合波した多波長の信号光を光ファイバ伝送路20へ送出する。光分波器32は、光ファイバ伝送路20により伝送されてきて到達した多波長の信号光を波長毎に分波して、各波長 λ_n の信号光を光受信器 31_n へ出力する。光受信器 31_n は、光分波器32より出力された波長 λ_n の信号光を受信する。

【0018】

この光伝送システム1は以下のように動作する。N個の光送信器 $11_1 \sim 11_N$ より出力されたN波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光は、光合波器12により合波され、光ファイバ伝送路20により伝送されて、光分波器32に到達する。光分波器32に到達したN波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光は、光分波器32より波長毎に分波され、波長 λ_n の信号光が光受信器 31_n により受信される。光送信器 11_n から出力された波長 λ_n の信号光は光受信器 31_n へ至るまでに光増幅されることは無い。

【0019】

この光伝送システム1において、光送信器 11_n から光受信器 31_n へ至るまでに波長 λ_n の信号光が被る損失 α_n (dB)は、光合波器12の波長 λ_n での挿入損失 $\alpha_{1,n}$ (dB)と、光ファイバ伝送路20の波長 λ_n での全伝送損失 $\alpha_{2,n}$ (dB)と、光分波器32の波長 λ_n での挿入損失 $\alpha_{3,n}$ (dB)との和に略等しい。

【 0 0 2 0 】

【数 1】

$$\alpha_n = \alpha_{1,n} + \alpha_{2,n} + \alpha_{3,n} \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 1 】

また、光送信器 1 1_n より出力される波長 λ_n の信号光のパワーが波長によらず一定値 P_0 (d B m) であるとする、光受信器 3 1_n に到達する波長 λ_n の信号光のパワー P_n (d B m) は、以下の式で表される。

【 0 0 2 2 】

【数 2】

$$P_n = P_0 - \alpha_n \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 3 】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 は、光ファイバ伝送路 2 0 の長さが 1 5 0 k m 以下であり、N 波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のうちの何れかの 2 波長 λ_a, λ_b について以下のように設定されている（ただし、 $1 \leq a \leq N, 1 \leq b \leq N$ ）。すなわち、光ファイバ伝送路 2 0 の全伝送損失が波長 λ_a より波長 λ_b で小さく、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失が波長 λ_a より波長 λ_b で大きい。

【 0 0 2 4 】

【数 3】

$$\alpha_{2,a} > \alpha_{2,b} \quad \dots (3a)$$

$$\alpha_{1,a} < \alpha_{1,b} \quad \dots (3b)$$

$$\alpha_{3,a} < \alpha_{3,b} \quad \dots (3c)$$

【 0 0 2 5 】

そして、光ファイバ伝送路 2 0 の 2 波長 λ_a, λ_b での全伝送損失の差より、光受信器 3 1_a, 3 1_b に到達する 2 波長 λ_a, λ_b の信号光のパワーの差が小さい。

【 0 0 2 6 】

【数 4】

$$|\alpha_{2,a} - \alpha_{2,b}| > |P_a - P_b| \quad \dots (4)$$

【0027】

以上のように構成される光伝送システム1は、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特にCWDM光伝送に好適なものとなる。

【0028】

光送信器11₁~11_Nと光受信器31₁~31_Nとの間の信号光伝送経路上に光増幅器が設けられていないのが好適であり、この場合には、光伝送システム1は、安価なものとなり、また、信頼性を向上させることができる。

【0029】

N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のうちの何れかの波長は1520nm以下であり、他の何れかの波長は1570nm以上である。或いは、N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光の帯域幅は20nm以上である。或いは、N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光の波長間隔は10nm以上である。このように信号光波長帯域が広帯域であると、或いは、波長間隔が広いと、信号光波長帯域内で光ファイバ伝送路20の伝送損失の偏差が大きいが、本実施形態に係る光伝送システム1は所期の効果を奏することができる。

【0030】

伝送速度は10Gb/s以下であるのが好適である。このように伝送速度が遅いと、本実施形態に係る光伝送システム1は、分散補償手段を有するまでも無く高品質の信号光伝送が可能であり、また、分散補償手段を有する必要が無いので光伝送システム1が安価なものとなる。

【0031】

光ファイバ伝送路20の波長1.38 μ mでの伝送損失は0.4dB/km以下であるのが好適である。このような光ファイバ伝送路20を用いることにより、波長1.38 μ m付近の波長の信号光をも利用することができる。

【0032】

光受信器31₁~31_Nそれぞれはアバランシェフォトダイオードを含むのが好

適であり、この場合には、光受信器 $31_1 \sim 31_N$ それぞれの受信感度が高く、それ故、システム設計のマージンを十分に確保することができ、また、信号光伝送距離を長くすることができる。

【0033】

光受信器 $31_1 \sim 31_N$ それぞれはPINフォトダイオードを含むのが好適であり、この場合には、光受信器 $31_1 \sim 31_N$ それぞれを安価に構成することができ、光伝送システム1も安価なものとなる。

【0034】

図2は、第1実施形態に係る光伝送システム1の動作を説明する図である。同図は、光送信器から光受信器へ至るまでの信号光経路上の2波長 λ_a 、 λ_b の信号光それぞれのパワー分布を示す。同図(a)は比較例の場合を示し、同図(b)は本実施形態の場合を示す。

【0035】

比較例および本実施形態の何れの場合にも、一方の波長 λ_a の信号光のパワーは、光送信器 11_a より出力された当初には P_0 であり、光合波器12の位置Xで損失 $\alpha_{1,a}$ を被り、光ファイバ伝送路20により伝送される間に損失 $\alpha_{2,a}$ を被り、光分波器32の位置Yで損失 $\alpha_{3,a}$ を被り、光受信器 31_a に到達するときには P_a となる。他方の波長 λ_b の信号光のパワーは、光送信器 11_b より出力された当初には P_0 であり、光合波器12の位置Xで損失 $\alpha_{1,b}$ を被り、光ファイバ伝送路20により伝送される間に損失 $\alpha_{2,b}$ を被り、光分波器32の位置Yで損失 $\alpha_{3,b}$ を被り、光受信器 31_b に到達するときには P_b となる。

【0036】

比較例(同図(a))では、上記(3a)式の不等号の向きがそのまま、上記(3b)式および(3c)式それぞれの不等号の向きが逆となっている。すなわち、光合波器12の挿入損失、光ファイバ伝送路20の伝送損失、および、光分波器32の挿入損失の何れも、波長 λ_a より波長 λ_b で小さい。このことから、光送信器から光受信器へ信号光が伝送されていくに従い、2波長 λ_a 、 λ_b の信号光のパワーの差は拡大していく一方である。

【0037】

これに対して、本実施形態（同図（b））では、上記(3a)式～(3c)式の不等式の関係がある。すなわち、光ファイバ伝送路20の伝送損失と、光合波器12および光分波器32それぞれの挿入損失とは、2波長 λ_a 、 λ_b で値の大小関係が逆になっている。このことから、光送信器から光受信器へ信号光が伝送されていくに従い、2波長 λ_a 、 λ_b の信号光のパワーは、位置Xでは差が生じるものの、光ファイバ伝送路20により伝送される間に差が逆転し、位置Yでは差が小さくなる。したがって、上記(4)式が成り立ち得る。

【0038】

以上のような比較例と本実施形態との動作の相違に因り、光受信器31_bに到達したときの波長 λ_b の信号光のパワーは、比較例では光受信器31_bの受信感度 P_{th} より小さくなる場合であっても、本実施形態では受信感度 P_{th} より大きくなり得る。具体的には以下のとおりである。

【0039】

比較例および本実施形態の何れの場合にも、光ファイバ伝送路20は、波長1.3 μ m付近に零分散波長を有するシングルモード光ファイバであるとし、長さが150kmであるとする。伝送速度が2.5Gb/sであるとし、2波長の信号光を伝送するものとして、 $\lambda_a=1.45\mu$ m、 $\lambda_b=1.55\mu$ m、 $\alpha_{2,a}=0.26\text{ dB}\times 150\text{ km}$ 、 $\alpha_{2,b}=0.20\text{ dB}\times 150\text{ km}$ とする。光受信器31_a、31_bは、アバランシェフォトダイオードを含むものとし、受信感度 $P_{th}=-34\text{ dBm}$ （BER=10⁻⁹）とする。また、光送信器11_a、11_bより出力される各波長の信号光のパワー P_0 は7dBmとする。

【0040】

比較例（同図（a））では、 $\alpha_{1,a}=1.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{1,b}=0.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{3,a}=1.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{3,b}=0.5\text{ dB}$ とする。このとき、光受信器31_aに到達する波長 λ_a の信号光のパワー P_a は、 -35 dBm （ $=7\text{ dBm}-1.5\text{ dB}-0.26\text{ dB/km}\times 150\text{ km}-1.5\text{ dB}$ ）となる。一方、光受信器31_bに到達する波長 λ_b の信号光のパワー P_b は、 -24 dBm （ $=7\text{ dBm}-0.5\text{ dB}-0.20\text{ dB/km}\times 150\text{ km}-0.5\text{ dB}$ ）となる。光受信器31_aに到達する波長 λ_a の信号光は、受信感度 P_{th} より小さいパワーであるので、受信エラーが多発することになる。

【0041】

これに対して、本実施形態（同図（b））では、 $\alpha_{1,a}=0.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{1,b}=1.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{3,a}=0.5\text{ dB}$ 、 $\alpha_{3,b}=1.5\text{ dB}$ とする。このとき、光受信器 31_a に到達する波長 λ_a の信号光のパワー P_a は、 -33 dBm ($=7\text{ dBm}-0.5\text{ dB}-0.26\text{ dB/km}\times 150\text{ km}-0.5\text{ dB}$) となる。一方、光受信器 31_b に到達する波長 λ_b の信号光のパワー P_b は、 -26 dBm ($=7\text{ dBm}-1.5\text{ dB}-0.20\text{ dB/km}\times 150\text{ km}-1.5\text{ dB}$) となる。光受信器 31_a 、 31_b に到達する 2 波長の信号光の何れも、受信感度 P_{th} より大きいパワーであるので、受信エラー発生頻度が十分に小さい。

【0042】

以上のように、本実施形態では、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特に CWDM 光伝送に好適なものである。

【0043】

次に、本発明に係る光伝送システムの第 2 実施形態について説明する。図 3 は、第 2 実施形態に係る光伝送システム 2 の構成図である。この図に示される光伝送システム 2 は、光合波器 13、光ファイバ伝送路 21～23、可変減衰器 40、N 個の光受信器 $31_1\sim 31_N$ および光分波器 32 を備える（ただし、N は 2 以上の整数）。また、この光伝送システム 2 は、光ファイバ伝送路 21～23 それぞれに接続された複数の光送信器（図示せず）をも備える。なお、これら複数の光送信器それぞれと光合波器 13 との間に光ネットワークが構成されていてもよい。ただし、光送信器と光受信器 $31_1\sim 31_N$ との間の信号光伝送経路上に、信号光を光増幅する光増幅器は設けられていない。

【0044】

光ファイバ伝送路 21～23 それぞれに接続された光送信器は波長 λ_n の信号光を出力する（ただし、n は 1 以上 N 以下の任意の整数）。光合波器 13 は、光送信器より出力され光ファイバ伝送路 21～23 により伝送されてきて到達した N 波長 $\lambda_1\sim \lambda_N$ の信号光を合波して、その合波した多波長の信号光を光ファイバ伝送路 20 へ送出する。可変減衰器 40 は、光ファイバ伝送路 20 により伝送さ

れてきて到達した多波長の信号光を入力し、各波長の信号光に損失を与えて出力する。光分波器 3 2 は、可変減衰器 4 0 より出力された多波長の信号光を波長毎に分波して、各波長 λ_n の信号光を光受信器 3 1_n へ出力する。光受信器 3 1_n は、光分波器 3 2 より出力された波長 λ_n の信号光を受信する。

【 0 0 4 5 】

この光伝送システム 2 は以下のように動作する。光送信器より出力された N 波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光は、光ファイバ伝送路 2 1 ~ 2 3 の何れかにより伝送された後に光合波器 1 3 により合波され、光ファイバ伝送路 2 0 により伝送され、可変減衰器 4 0 により波長に応じた損失が与えられて、光分波器 3 2 に到達する。光分波器 3 2 に到達した N 波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光は、光分波器 3 2 より波長毎に分波され、波長 λ_n の信号光が光受信器 3 1_n により受信される。光送信器 1 1_n から出力された波長 λ_n の信号光は光受信器 3 1_n へ至るまでに光増幅されることは無い。

【 0 0 4 6 】

この光伝送システム 2 において、光送信器から光受信器 3 1_n へ至るまでに波長 λ_n の信号光が被る損失 α_n (d B) は、光合波器 1 3 の波長 λ_n での挿入損失 $\alpha_{1,n}$ (d B) と、光ファイバ伝送路 2 1 ~ 2 3 のうちの何れか及び光ファイバ伝送路 2 0 の波長 λ_n での全伝送損失 $\alpha_{2,n}$ (d B) と、光分波器 3 2 の波長 λ_n での挿入損失 $\alpha_{3,n}$ (d B) と、可変減衰器 4 0 の波長 λ_n での挿入損失 $\alpha_{4,n}$ (d B) との和に略等しい。

【 0 0 4 7 】

【数 5】

$$\alpha_n = \alpha_{1,n} + \alpha_{2,n} + \alpha_{3,n} + \alpha_{4,n} \quad \dots (5)$$

【 0 0 4 8 】

また、光送信器より出力される波長 λ_n の信号光のパワーが波長によらず一定値 P_0 (d B m) であるとする、光受信器 3 1_n に到達する波長 λ_n の信号光のパワー P_n (d B m) は、上記(2)式で表される。

【 0 0 4 9 】

第2実施形態に係る光伝送システム2は、光ファイバ伝送路21～23それぞれと光ファイバ伝送路20との長さの和が150km以下であり、N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のうちの何れかの2波長 λ_a, λ_b について以下のように設定されている（ただし、 $1 \leq a \leq N, 1 \leq b \leq N$ ）。すなわち、光ファイバ伝送路の全伝送損失が波長 λ_a より波長 λ_b で小さく、光合波器13、光分波器32および可変減衰器40それぞれの挿入損失が波長 λ_a より波長 λ_b で大きい。

【0050】

【数6】

$$\alpha_{2,a} > \alpha_{2,b} \quad \dots (6a)$$

$$\alpha_{1,a} < \alpha_{1,b} \quad \dots (6b)$$

$$\alpha_{3,a} < \alpha_{3,b} \quad \dots (6c)$$

$$\alpha_{4,a} < \alpha_{4,b} \quad \dots (6d)$$

【0051】

そして、光ファイバ伝送路20の2波長 λ_a, λ_b での全伝送損失の差より、光受信器31_a, 31_bに到達する2波長 λ_a, λ_b の信号光のパワーの差が小さい。すなわち、上記(4)式が成り立つ。

【0052】

以上のように構成される光伝送システム2は、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特にCWDM光伝送に好適なものとなる。

【0053】

光送信器と光受信器31₁～31_Nとの間の信号光伝送経路上に光増幅器が設けられていないのが好適であり、この場合には、光伝送システム2は、安価なものとなり、また、信頼性を向上させることができる。

【0054】

N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のうちの何れかの波長は1520nm以下であり、他の何れかの波長は1570nm以上である。或いは、N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光の帯域幅は

20 nm以上である。或いは、N波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光の波長間隔は10 nm以上である。このように信号光波長帯域が広帯域であると、或いは、波長間隔が広いと、信号光波長帯域内で光ファイバ伝送路の伝送損失の偏差が大きいが、本実施形態に係る光伝送システム2は所期の効果を奏することができる。

【0055】

伝送速度は10 Gb/s以下であるのが好適である。このように伝送速度が遅いと、本実施形態に係る光伝送システム2は、分散補償手段を有するまでも無く高品質の信号光伝送が可能であり、また、分散補償手段を有する必要が無いので光伝送システム2が安価なものとなる。

【0056】

光ファイバ伝送路20～23それぞれの波長1.38 μ mでの伝送損失は0.4 dB/km以下であるのが好適である。このような光ファイバ伝送路を用いることにより、波長1.38 μ m付近の波長の信号光をも利用することができる。

【0057】

光受信器31₁～31_Nそれぞれはアバランシェフォトダイオードを含むのが好適であり、この場合には、光受信器31₁～31_Nそれぞれの受信感度が高く、それ故、システム設計のマージンを十分に確保することができ、また、信号光伝送距離を長くすることができる。

【0058】

光受信器31₁～31_NそれぞれはPINフォトダイオードを含むのが好適であり、この場合には、光受信器31₁～31_Nそれぞれを安価に構成することができ、光伝送システム2も安価なものとなる。

【0059】

可変減衰器40は、光合波器13の後段で光分波器32の前段に設けられているのが好適であり、この場合には、N波長の信号光の損失を一括して調整することができるので、光伝送システム2を安価に構成することができる。

【0060】

可変減衰器40は損失波長依存性が可変であるのが好適であり、この場合には、光送信器と光合波器13との間の各波長の伝送損失が変動したときにも対処す

ることができる。

【 0 0 6 1 】

次に、本発明に係る光合波器および光分波器の実施形態について説明する。以下に説明する本実施形態に係る光合波器および光分波器は、図 1、図 3 に示された光伝送システム 1、2 に含まれる光合波器 1 2、1 3 および光分波器 3 2 として好適に用いられ得るものである。

【 0 0 6 2 】

ここでは、図 1 に示された光伝送システム 1 の構成を想定し、この光伝送システム 1 に含まれる光合波器 1 2 および光分波器 3 2 について説明する。図 4 は、光伝送システム 1 に含まれる光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失ならびに光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失などを説明する図である。同図 (a) は、光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失の波長依存性を示し、同図 (b) は、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失の波長依存性を示す。同図 (c) は、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失が波長によらず一定である場合に、光受信器に到達する各波長の信号光のパワーを示す。同図 (d) は、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失が波長によって異なる場合に、光受信器に到達する各波長の信号光のパワーを示す。

【 0 0 6 3 】

同図 (a) に示されるように、光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失は波長 1. 5 μ m 付近で最小となり、波長 1. 5 5 μ m 以下の波長域では、波長が長いほど伝送損失が小さい。それ故、同図 (c) に示されるように、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失が波長によらず一定である場合には、波長 1. 5 5 μ m 以下の波長域では、波長が長いほど、光受信器に到達する信号光のパワーは大きい。これに対して、同図 (b) に示されるように、合分波の中心波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 1 2 および光分波器 3 2 を用いることにより、同図 (d) に示されるように、光受信器に到達する信号光のパワーの波長依存性を低減することができ、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特に CWDM 光伝送に好適なものとなる。

【 0 0 6 4 】

光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれが合分波する多波長それぞれの中心波長の間隔が 1 0 n m 以上であるのが好適である。合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 5 3 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上であるのが好適である。或いは、合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 4 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上であるのが好適である。或いは、合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 3 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 9 0 n m 以上であるのが好適である。このように信号光波長帯域が広帯域であると、或いは、波長間隔が広いと、信号光波長帯域内で光ファイバ伝送路の伝送損失の偏差が大きい、本実施形態に係る光伝送システム 2 は所期の効果を奏することができる。

【 0 0 6 5 】

合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 5 3 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上である場合には、光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失が小さく、光送信器に含まれる光源が安価である。合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 4 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 7 0 n m 以上である場合には、O H 基損失の直接の影響が小さい波長域を有効に利用することができる。また、合分波する多波長のうちの何れかの中心波長が 1 3 1 0 n m 以下であり、他の何れかの中心波長が 1 5 9 0 n m 以上である場合には、最も広帯域で光ファイバ伝送路 2 0 の低損失波長域の全域を有効に利用することができる。

【 0 0 6 6 】

以下では具体的な実施例について説明する。

【 0 0 6 7 】

実施例 1 では、図 5 に示された構成の光伝送システムを想定した。図 5 は、実施例 1 の光伝送システムの構成図である。図 6 は、実施例 1 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。実施例 1 では、N 個の光送信器 1 1₁ ~ 1 1_N から出力された N 波の信号光を光合波器 1 2 により合波し、その合波した N 波の信号光を光ファイバ伝送路 2 0 により伝送し、バンドパスフィルタ 5 0 を経た後に光受信器 3 1 により受信した。実施例 1 では、波長 1 5 1 0 n m から 1 5 7 0 n m までの

20 nm 間隔の 4 波とし、光ファイバ伝送路 20 を長さ 50 km のシングルモード光ファイバとした。図 6 には、各波長における光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失、光合波器 12 の挿入損失、および、トータルの損失、それぞれが示されている。この図から判るように、波長域 1510 nm ~ 1570 nm において、光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失の偏差が 0.9 dB もあるのに対して、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 12 を用いたことにより、トータル損失の偏差は 0.2 dB まで低減された。

【 0 0 6 8 】

実施例 2 では、図 1 に示された構成の光伝送システムを想定した。図 7 は、実施例 2 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。実施例 2 では、波長 1410 nm から 1570 nm までの 20 nm 間隔の 9 波とし、光ファイバ伝送路 20 を長さ 50 km の非零分散シフト光ファイバとした。図 7 には、各波長における光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失、光合波器 12 の挿入損失、光分波器 32 の挿入損失、および、トータルの損失、それぞれが示されている。この図から判るように、波長域 1410 nm ~ 1570 nm において、光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失の偏差が 3.72 dB もあるのに対して、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 12 および光分波器 32 を用いたことにより、トータル損失の偏差は 1.5 dB まで低減された。

【 0 0 6 9 】

実施例 3 では、図 1 に示された構成の光伝送システムを想定した。図 8 は、実施例 3 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。実施例 3 では、波長 1310 nm から 1610 nm までの 20 nm 間隔の 16 波とし、光ファイバ伝送路 20 を波長 1.38 μ m での OH 損失が抑制された長さ 100 km のシングルモード光ファイバとした。図 8 には、各波長における光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失、光合波器 12 の挿入損失、光分波器 32 の挿入損失、および、トータルの損失、それぞれが示されている。この図から判るように、波長域 1310 nm ~ 1610 nm において、光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失の偏差が 14.16 dB もあるのに対して、光合波器 12 および光分波器 32 を用いたことにより、トータル損失の偏差は 6.3 dB まで低減された。しかも、光ファイバ伝送路 20

の全伝送損失の波長特性にあわせて、光合波器 1 2 および光分波器 3 2 の損失波長特性をあわせることで、挿入損失が波長に対して単調に変化する場合に比べ、より偏差を小さくすることができた。

【 0 0 7 0 】

実施例 4 では、図 5 に示された構成の光伝送システムを想定した。図 9 は、実施例 4 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。実施例 4 では、波長 1 5 1 0 nm から 1 5 6 0 nm までの 1 0 nm 間隔の 6 波とし、光ファイバ伝送路 2 0 を長さ 5 0 km の分散シフト光ファイバとした。実施例 4 では、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 1 2 を用いたのに対して、比較例では、挿入損失の波長依存性がランダムである光合波器を用いた。図 9 には、実施例 4 および比較例それぞれについて、各波長における光ファイバ伝送路 2 0 の全伝送損失、光合波器 1 2 の挿入損失、および、トータルの損失、それぞれが示されている。この図から判るように、波長域 1 5 1 0 nm ~ 1 5 6 0 nm において、光ファイバ伝送路 2 0 の全伝送損失の偏差が 0. 5 5 dB であるのに対して、挿入損失の波長依存性がランダムである光合波器を用いた比較例では、トータル損失の偏差は 1. 4 dB となって寧ろ大きくなり、一方、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 1 2 を用いた実施例 4 では、トータル損失の偏差は 1. 1 dB であった。

【 0 0 7 1 】

実施例 5 では、図 5 に示された構成の光伝送システムを想定した。図 1 0 は、実施例 5 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。実施例 5 では、波長 1 5 2 0 nm から 1 5 4 5 nm までの 5 nm 間隔の 6 波とし、光ファイバ伝送路 2 0 を長さ 5 0 km の分散シフト光ファイバとした。実施例 5 では、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 1 2 を用いたのに対して、比較例では、挿入損失の波長依存性がランダムである光合波器を用いた。図 1 0 には、実施例 5 および比較例それぞれについて、各波長における光ファイバ伝送路 2 0 の全伝送損失、光合波器 1 2 の挿入損失、および、トータルの損失、それぞれが示されている。この図から判るように、波長域 1 5 2 0 nm ~ 1 5 4 5 nm において、光ファイバ伝送路 2 0 の全伝送損失の偏差が 0. 2 9 dB であるのに対して、挿入損失の波長依存性がランダムである光合波器を用いた比較例では、トータル損失の偏差は 1.

4 d Bであり、また、波長が長いほど挿入損失が大きい光合波器 1 2 を用いた実施例 5 でも、トータル損失の偏差は 1. 4 d Bであった。実施例 5 では、信号光波長間隔が狭いことから、光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失波長特性が、光合波器の挿入損失波長特性と比べて無視できる場合が多いことから、実施例 5 と比較例とでは、トータル損失の偏差が同程度であった。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、光伝送システムは、信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ、特に C W D M 光伝送に好適なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の構成図である。

【図 2】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の動作を説明する図である。

【図 3】

第 2 実施形態に係る光伝送システム 2 の構成図である。

【図 4】

光伝送システム 1 に含まれる光ファイバ伝送路 2 0 の伝送損失ならびに光合波器 1 2 および光分波器 3 2 それぞれの挿入損失などを説明する図である。

【図 5】

実施例 1 の光伝送システムの構成図である。

【図 6】

実施例 1 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。

【図 7】

実施例 2 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。

【図 8】

実施例 3 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。

【図 9】

実施例 4 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。

【図 1 0】

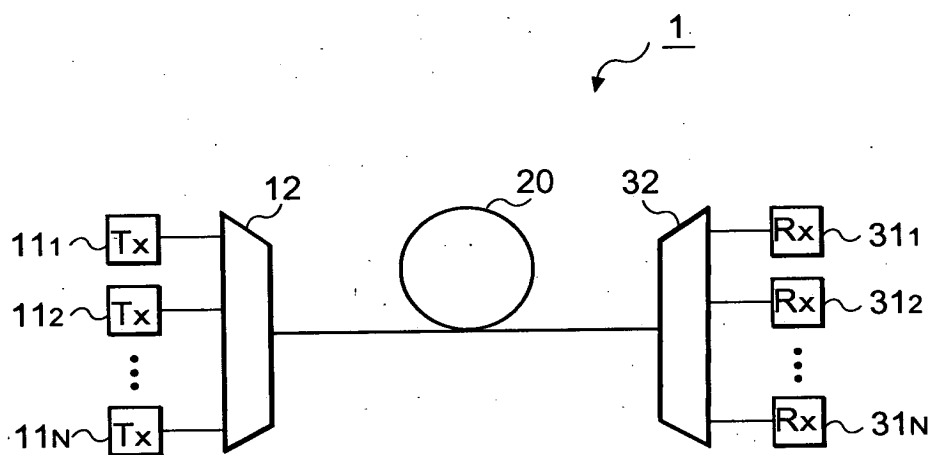
実施例 5 の光合波器の挿入損失等を示す図表である。

【符号の説明】

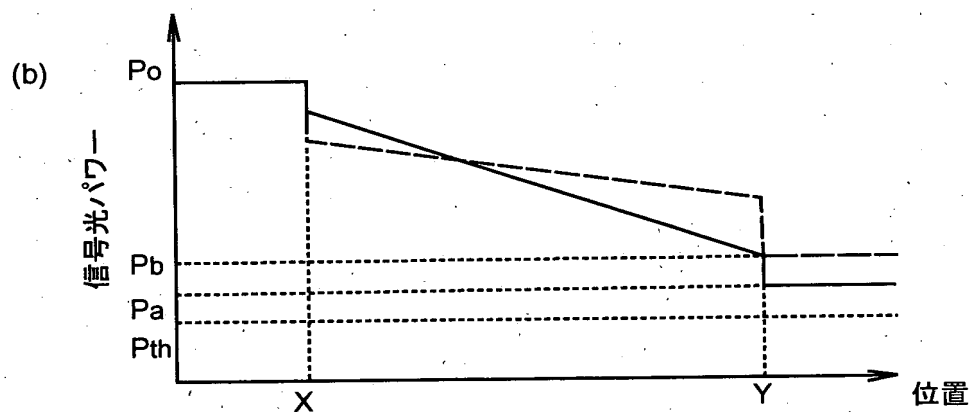
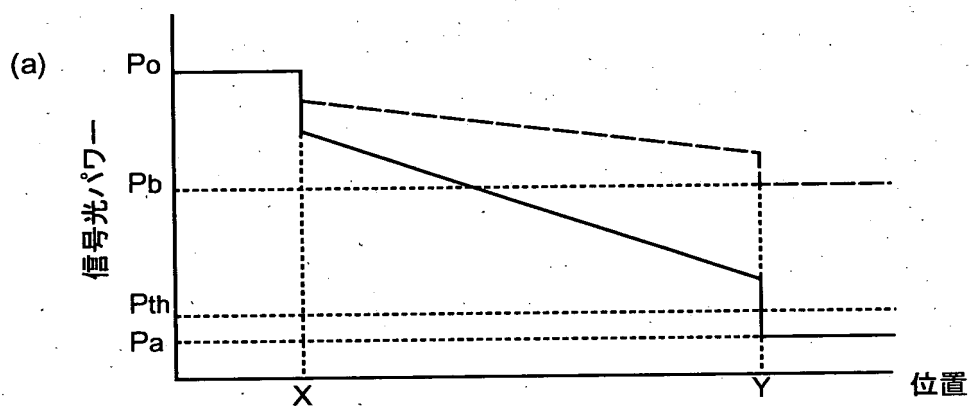
1, 2 … 光伝送システム、1 1 … 光送信器、1 2, 1 3 … 光合波器、2 0 ~ 2 3 … 光ファイバ伝送路、3 1 … 光受信器、3 2 … 光分波器、4 0 … 可変減衰器、5 0 … バンドパスフィルタ。

【書類名】 図面

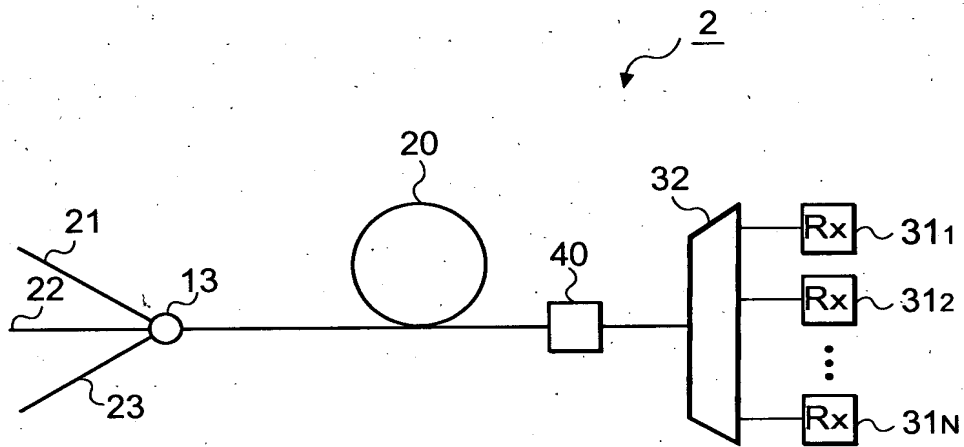
【図 1】



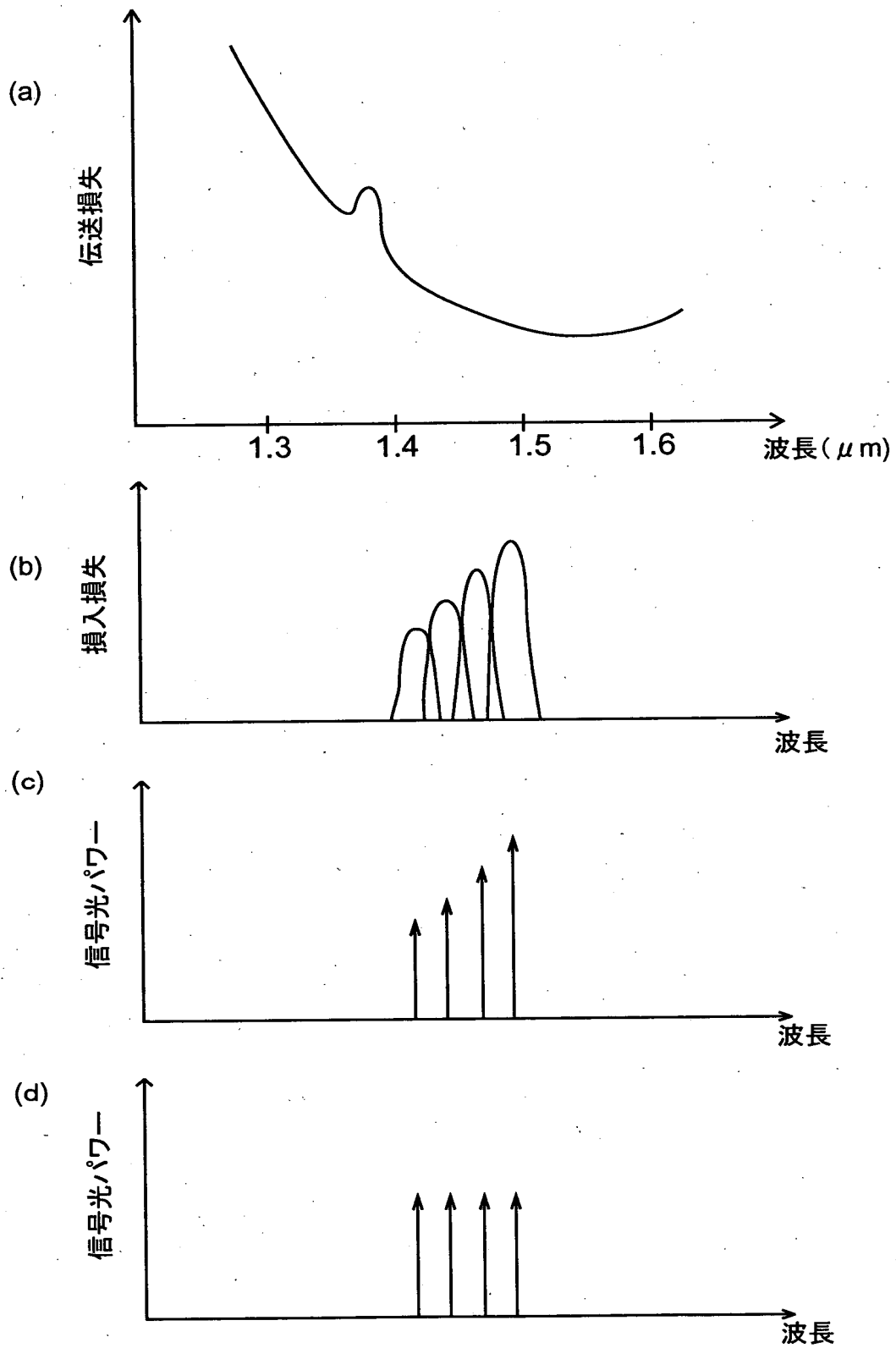
【図 2】



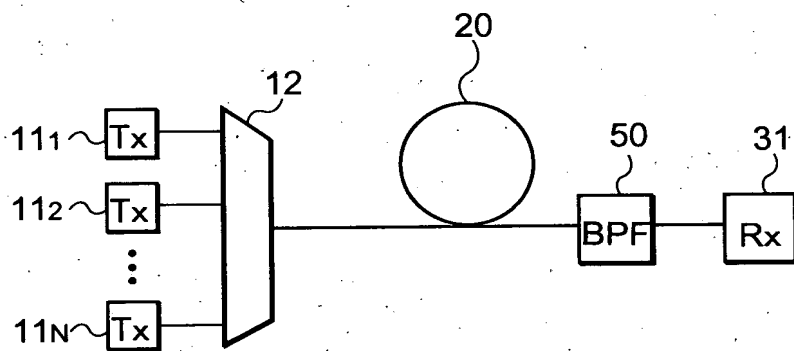
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

| 信号光 波長 (nm) | 光ファイバ 伝送損失 (dB) | 光合波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) |
|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| 1510 | 10.7 | 0.4 | 11.1 |
| 1530 | 10.3 | 0.7 | 11.0 |
| 1550 | 10.0 | 1.0 | 11.0 |
| 1570 | 9.8 | 1.4 | 11.2 |

【図 7】

| 信号光 波長 (nm) | 光ファイバ 伝送損失 (dB) | 光合波器 挿入損失 (dB) | 光分波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) |
|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1410 | 13.2 | 0.3 | 0.3 | 13.8 |
| 1430 | 12.3 | 0.7 | 0.7 | 13.7 |
| 1450 | 11.6 | 1.1 | 1.2 | 13.9 |
| 1470 | 11.0 | 1.4 | 1.5 | 13.9 |
| 1490 | 10.5 | 1.7 | 1.9 | 14.1 |
| 1510 | 10.1 | 1.9 | 2.3 | 14.3 |
| 1530 | 9.8 | 2.1 | 2.7 | 14.6 |
| 1550 | 9.6 | 2.3 | 3.0 | 14.9 |
| 1570 | 9.5 | 2.5 | 3.3 | 15.3 |

【図 8】

| 信号光 波長 (nm) | 光ファイバ 伝送損失 (dB) | 光合波器 挿入損失 (dB) | 光分波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) |
|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1310 | 33.1 | 0.3 | 0.3 | 33.7 |
| 1330 | 31.4 | 0.6 | 0.8 | 32.8 |
| 1350 | 29.9 | 0.9 | 1.2 | 32.0 |
| 1370 | 29.2 | 1.2 | 1.6 | 31.9 |
| 1390 | 28.8 | 1.5 | 2.0 | 32.3 |
| 1410 | 26.4 | 1.9 | 2.4 | 30.7 |
| 1430 | 24.7 | 2.2 | 2.7 | 29.6 |
| 1450 | 23.2 | 2.5 | 2.9 | 28.6 |
| 1470 | 22.1 | 2.8 | 3.2 | 28.1 |
| 1490 | 21.1 | 3.1 | 3.6 | 27.8 |
| 1510 | 20.2 | 3.3 | 3.9 | 27.4 |
| 1530 | 19.6 | 3.7 | 4.3 | 27.5 |
| 1550 | 19.2 | 4.0 | 4.6 | 27.8 |
| 1570 | 18.9 | 4.5 | 5.1 | 28.5 |
| 1590 | 19.1 | 4.3 | 4.9 | 28.3 |
| 1610 | 19.8 | 3.5 | 4.1 | 27.4 |

【図 9】

| 信号光 波長 (nm) | 光ファイバ 伝送損失 (dB) | 実施例 | | 比較例 | |
|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | 光合波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) | 光合波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) |
| 1510 | 10.08 | 0.32 | 10.4 | 0.62 | 10.7 |
| 1520 | 9.93 | 0.64 | 10.6 | 0.91 | 10.8 |
| 1530 | 9.77 | 1.02 | 10.8 | 0.30 | 10.1 |
| 1540 | 9.69 | 1.32 | 11.0 | 1.18 | 10.9 |
| 1550 | 9.60 | 1.70 | 11.3 | 1.92 | 11.5 |
| 1560 | 9.53 | 1.98 | 11.5 | 1.46 | 11.0 |

【図 1 0】

| 信号光 波長 (nm) | 光ファイバ 伝送損失 (dB) | 実施例 | | 比較例 | |
|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | 光合波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) | 光合波器 挿入損失 (dB) | トータル 損失 (dB) |
| 1520 | 9.93 | 0.28 | 10.2 | 0.66 | 10.6 |
| 1525 | 9.85 | 0.54 | 10.4 | 0.93 | 10.8 |
| 1530 | 9.77 | 0.92 | 10.7 | 0.38 | 10.2 |
| 1535 | 9.73 | 1.34 | 11.1 | 1.55 | 11.3 |
| 1540 | 9.69 | 1.72 | 11.4 | 1.95 | 11.6 |
| 1545 | 9.64 | 1.97 | 11.6 | 1.20 | 10.8 |

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号光波長帯域が広くても多波長の信号光それぞれを高品質で伝送することができ特にCWDM光伝送に好適な光伝送システムを提供する。

【解決手段】 光送信器 $11_1 \sim 11_N$ より出力された N 波長の信号光は、光合波器 12 により合波され、光ファイバ伝送路 20 により伝送されて、光分波器 32 に到達し、光分波器 32 より波長毎に分波され、波長 λ_n の信号光が光受信器 31_n により受信される。光ファイバ伝送路 20 の長さが 150 km 以下である。
 N 波長のうちの何れかの 2 波長 λ_a, λ_b について、光ファイバ伝送路 20 の全伝送損失が波長 λ_a より波長 λ_b で小さく、光合波器 12 および光分波器 32 それぞれの挿入損失が波長 λ_a より波長 λ_b で大きい。光ファイバ伝送路 20 の 2 波長 λ_a, λ_b での全伝送損失の差より、光受信器 $31_a, 31_b$ に到達する 2 波長 λ_a, λ_b の信号光のパワーの差が小さい。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名 住友電気工業株式会社